

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-103648  
(43)Date of publication of application : 09.05.1988

(51)Int.Cl.

H02K 37/04  
H02K 37/06

(21)Application number : 61-246847  
(22)Date of filing : 17.10.1986

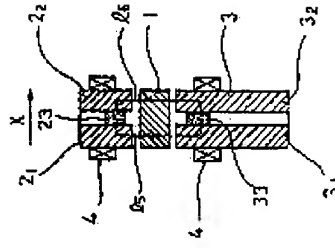
(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP  
(72)Inventor : SHINDO SHOTARO  
ONO YUTAKA

## (54) PULSE MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve control property of output torque, by a method wherein a permanent magnet is installed within a stator or a rotor, and the output torque of the motor is made proportional to winding current.

CONSTITUTION: If an excitation coil 4 is excited, magnetic field generated by the excitation coil 4 wound on a stator 2 strengthens magnetic flux of a permanent magnet 23, and magnetic field generated by the excitation coil 4 wound on a stator 3 weakens magnetic flux of a permanent magnet 33. In this constitution, the magnetic pole of the permanent magnet 33 becomes as if it were inverted. Thereby the rotor 1 is attracted by magnetic line 15 and 16 and rotated. In this case, since the permanent magnets 23 and 33 are installed within the stators 2 and 3, the output torque of the motor becomes proportional to winding current and control property of the output torque is improved.



LEGAL STATUS

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭63-103648

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 02 K 37/04  
37/06

識別記号

庁内整理番号

7829-5H  
7829-5H

⑭ 公開 昭和63年(1988)5月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 パルスモータ

⑯ 特 願 昭61-246847

⑰ 出 願 昭61(1986)10月17日

⑱ 発 明 者 進 藤 昭 太 郎 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内  
⑲ 発 明 者 小 野 裕 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内  
⑳ 出 願 人 横河電機株式会社 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号  
㉑ 代 理 人 弁理士 小沢 信助

明 細 書

1. 発明の名称

パルスモータ

2. 特許請求の範囲

内周と外周に一定ピッチで歯が形成されたロータと、このロータの内側と外側に配置され、ロータの歯と対向する歯が形成された突極が3N個(Nは整数)設けられていて、突極の歯は隣の突極の歯と120°位相がずれているステータと、前記突極を励磁する励磁コイルを有し、前記励磁コイルに3相の巻き線電流を流してロータを回転させるデュアルステータ形のパルスモータにおいて、

前記ロータまたはステータに永久磁石が設置されていて、この永久磁石が発生する一定強さの磁界で出力トルクのバイアスを与えることにより、前記巻き線電流とモータの出力トルクの関係を線形化した構成にしたことを特徴とするパルスモータ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、ステータが2個設けられたデュアルステータ形のパルスモータの改良に関するものである。

〔従来の技術〕

従来のデュアルステータ形のパルスモータの一例を第6図に示す。このモータは3相のVR(リアブルレクタンス)型のDD(Direct Drive)モータである。この図ではモータの一部断面を示している。

図で、1はロータ、2、3はステータであり、これらは磁性体材料で構成されている。

ロータ1の外周と内周には一定ピッチで歯11と12が形成されている。

ステータ2はロータ1の外側に配置されていて、3N個(Nは整数)の突極21、21'、21''が設けられている。各突極には一定ピッチで歯22が形成されている。突極の歯22は、隣の突極の歯に対して120°位相がずれている。このため、第7図(a)に示すように、突極21'の歯の位

相と歯11の位相が一致している場合は、突極21の歯は第7図(b)に示すように歯11に対して $-120^\circ$ だけ位相がずれる。突極21の歯は第7図(c)に示すように歯11に対して $120^\circ$ だけ位相がずれる。すなわち、3相のバルスモータであることから、突極としては、3種類の位置関係のものが設けられている。また、突極は3種類あることから、突極は全部で3N個設けられている。

ステータ3はロータ1の外側に配置されていて、突極31、32…が設けられている。各突極には歯32が設けられている。歯32と歯12の位置関係は、歯11と22の位置関係と同様になっている。

4は励磁コイルであり、ステータ2と3の各突極に巻かれている。

このようなモータで、励磁コイル4に3相の巻線電流を流すと、歯11と22の間、及び歯12と32の間に生じる磁力によりロータ1は時計回り方向または半時計回り方向(A-A'方向)

に回転する。

第7図の(a)、(b)、(c)の位置関係にある突極の励磁コイルに流す巻線電流をそれぞれ $I_0$ 、 $I_{120}$ 、 $I_{-120}$ 、これらの突極で発生するトルクをそれぞれ $T_0$ 、 $T_{120}$ 、 $T_{-120}$ とする。

コイル4によって生じる磁界の磁力線は破線1に示すようになる。

ピッチ方向についての歯と歯の間のパーミアンス変化が正弦波であるとする、各相のトルク $T_0$ 、 $T_{120}$ 、 $T_{-120}$ は次のようになる。

$$T_0 = K_T (\sin \theta) I_0^2 \quad (1)$$

$$T_{120} = K_T (\sin (\theta + 120^\circ)) \times I_{120}^2 \quad (2)$$

$$T_{-120} = K_T (\sin (\theta - 120^\circ)) \times I_{-120}^2 \quad (3)$$

$K_T$ : 定数

従って、出力トルク $T_A$ は、

$$T_A = T_0 + T_{120} + T_{-120} \quad (4)$$

となる。ここで、一定トルクを出力するためには、

電流 $I_0$ 、 $I_{120}$ 、 $I_{-120}$ を次の条件を満たすように制御しなければならない。

$$I_0^2 = (1 + \sin \theta) I_m^2 / 2 \quad (5)$$

$$I_{120}^2 = (1 + \sin (\theta + 120^\circ)) \times I_m^2 / 2 \quad (6)$$

$$I_{-120}^2 = (1 + \sin (\theta - 120^\circ)) \times I_m^2 / 2 \quad (7)$$

$I_m$ : 指令値

⑤～⑦の式を④式に代入すると、

$$\begin{aligned} T_A &= K_T I_m^2 (\sin^2 \theta \\ &\quad + \sin^2 (\theta + 120^\circ) \\ &\quad + \sin^2 (\theta - 120^\circ)) / 2 \\ &= 3 K_T I_m^2 / 4 \end{aligned}$$

となる。このことから、指令値 $I_m$ とトルク $T_A$ の関係は第8図に示すようになり、低電流域ではトルクが小さくなる。

制御性を良くするためには、指令値 $I_m$ とトルク $T_A$ の関係は線形であることが望ましい。

指令値 $I_m$ とトルク $T_A$ の関係を線形にするには、3相電流 $I_0$ 、 $I_{120}$ 、 $I_{-120}$ を、

$$\begin{aligned} I_0 &\propto \sqrt{1 + \sin \theta} \sqrt{I_m} \\ I_{120} &\propto \sqrt{1 + \sin (\theta + 120^\circ)} \sqrt{I_m} \\ I_{-120} &\propto \sqrt{1 + \sin (\theta - 120^\circ)} \sqrt{I_m} \end{aligned}$$

の関係を満たすように制御しなければならない。更に、この制御に加えて磁気回路の電流と磁束の関係の非線形性等が加わるため、3相電流 $I_0$ 、 $I_{120}$ 、 $I_{-120}$ の制御は非常に面倒になるという問題点が生じる。

本発明はこのような問題点を除去するためになされたものであり、巻線電流に比例したトルクを発生し、巻線電流を制御しやすいバルスモータを実現することを目的とする。

[問題点を解決するための手段]

本発明は、

内周と外周に一定ピッチで歯が形成されたロータと、このロータの内側と外側に配置され、ロータの歯と対向する歯が形成された突極が3N個(Nは整数)設けられていて、突極の歯は隣の突極の歯と $120^\circ$ 位相がずれているステータと、

前記突極を励磁する励磁コイルを有し、前記励磁コイルに3相の巻き線電流を流してロータを回転させるデュアルステータ形のパルスモータにおいて、

前記ロータまたはステータに永久磁石が設置されていて、この永久磁石が発生する一定強さの磁界で出力トルクのバイアスを与えることにより、前記巻き線電流とモータの出力トルクの関係を線形化した構成にしたことを特徴とするパルスモータである。

#### [実施例]

以下、図面を用いて本発明を説明する。

第1図及び第2図は本発明にかかるパルスモータの一実施例の構成図である。第1図はモータの円周方向の面の一部断面図である。第2図は第1図のX-X'部分の断面図である。これらの図で、第6図と同一のものは同一符号を付ける。以下、図面において同様とする。

図で、23及び33は永久磁石である。永久磁石23はステータ2<sub>1</sub>と2<sub>2</sub>の間に挟まれていて、

また永久磁石33はステータ3<sub>1</sub>と3<sub>2</sub>の間に挟まれている。ステータ2<sub>1</sub>と2<sub>2</sub>はステータ2と同一構成であるが、これらのステータは他の位相が互いに180°ずれた状態で重ねられている。また、ステータ3<sub>1</sub>と3<sub>2</sub>はステータ3と同一構成であるが、これらのステータは他の位相が互いに180°ずれた状態で重ねられている。

永久磁石23と33はバイアス磁束を供給する。バイアス磁束の磁力線は $\ell_1$ 、 $\ell_2$ のように1つのステータより発生して他のステータに戻る。

このような構成のモータで、励磁コイル4により発生する磁界の磁力線は $\ell_3$ 、 $\ell_4$ のようになる。励磁コイル4による磁束を $\phi_c$ 、永久磁石23、33による磁束を $\phi_b$ とすると、モータの出力トルク $T_A$ は、

$$T_A \propto \phi_c \cdot \phi_b$$

となる。ここで、 $\phi_b$ は一定であるので、 $T_A$ は励磁コイル4による磁束 $\phi_c$ すなわち巻き線電流 $I_o$ 、 $I_{120}$ 、 $I_{-120}$ に比例する。3相モータの場合、巻き線電流 $I_o$ 、 $I_{120}$ 、 $I_{-120}$ を、

$I_o$ を、

$$I_o = I_m \sin \theta$$

$$I_{120} = I_m \sin (\theta + 120^\circ)$$

$$I_{-120} = I_m \sin (\theta - 120^\circ)$$

とすれば指令値 $I_m$ に比例した出力トルクが得られる。このような3相の正弦波電流を発生することは容易であるため、出力トルクは容易に制御される。

このようなモータで、

a:ステータ2<sub>1</sub>の突極21<sub>1</sub>の発生する磁界

$\bar{a}$ :ステータ2<sub>2</sub>の突極21<sub>1</sub>の発生する磁界

b:ステータ2<sub>1</sub>の突極21<sub>2</sub>の発生する磁界

$\bar{b}$ :ステータ2<sub>2</sub>の突極21<sub>2</sub>の発生する磁界

c:ステータ2<sub>1</sub>の突極21<sub>3</sub>の発生する磁界

$\bar{c}$ :ステータ2<sub>2</sub>の突極21<sub>3</sub>の発生する磁界

とすると、磁界のベクトル線図は第3図のようになる。

モータを時計回り方向に回転したいときは、ステータ2<sub>1</sub>の突極21<sub>1</sub>とステータ2<sub>2</sub>の突極21<sub>2</sub>とステータ2<sub>2</sub>の突極21<sub>3</sub>を励磁する。こ

れによって、磁界の合成ベクトルは $a + \bar{b} + \bar{c}$ になる。

次に、ステータ2<sub>1</sub>の突極21<sub>1</sub>とステータ2<sub>2</sub>の突極21<sub>2</sub>とステータ2<sub>2</sub>の突極21<sub>3</sub>を励磁する。これによって、磁界の合成ベクトルは $a + b + \bar{c}$ になる。

以下、合成ベクトルが60°ずつ時計回り方向にずれていくように突極を選択的に励磁する。これによって、ロータは時計方向に回転する。

モータを半時計回り方向に回転したいときは、合成ベクトルが半時計回り方向にずれていくように突極を選択的に励磁する。

パルスモータの動作を軸方向の断面図を用いて説明する。

励磁コイル4が励磁されていないときは、第2図に示すようにバイアス磁束の磁力線 $\ell_1$ と $\ell_2$ が発生している。

励磁コイル4が励磁されると、第4図に示すように、ステータ2に巻かれた励磁コイルが発生する磁界は永久磁石23の磁束を強め、ステータ3

に巻かれた励磁コイルが発生する磁界は永久磁石 33 の磁束を強める。これによって、永久磁石 33 の磁極は反転したのと同様になる。このため、磁力線は  $\ell_1, \ell_2$  のようになり、この磁力線にロータ 1 の歯が引付けられてモータが回転する。

なお、実施例では永久磁石がステータ内に設置されている場合について説明したが、これに限らず第 5 図に示すように永久磁石 13 がロータ内に設置された構成にしてもよい。

〔効果〕

本発明によれば、永久磁石がステータまたはロータ内に設置されているため、モータの出力トルクは巻き線電流に比例する。これによって、出力トルクの制御性を向上させるとともに滑らかな回転が得られる。

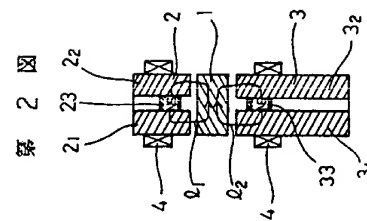
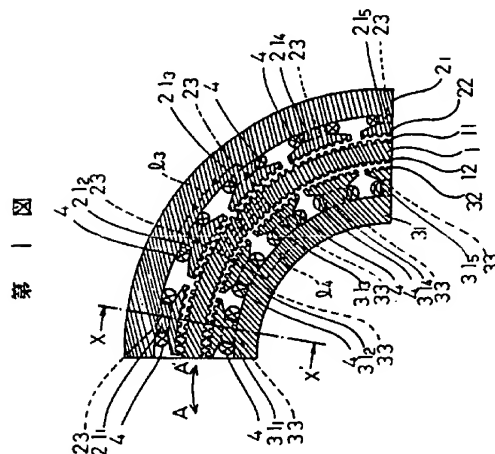
更に、ステータ内に磁石を配置したモータでは、第 4 図に示すようにロータ 1 の厚さ方向 (X 方向) に磁束は通らないため、ロータ 1 を薄くできるという効果も得られる。

4. 図面の簡単な説明

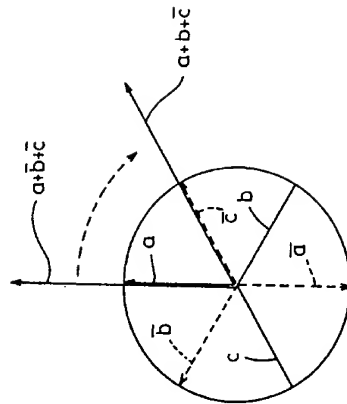
第 1 図及び第 2 図は本発明にかかるパルスモータの一実施例の構成図、第 3 図及び第 4 図は第 1 図及び第 2 図のパルスモータの動作説明図、第 5 図は本発明にかかるパルスモータの他の実施例の構成図、第 6 図はデュアルステータ形のパルスモータの従来例の構成図、第 7 図は第 6 図のモータの歯の位置関係を示した図、第 8 図は第 6 図のモータの指令値と出力トルクの関係を示した図である。

1…ロータ、2, 3…ステータ、4…励磁コイル、11, 12, 22, 32…歯、21, 31…突極、23, 33…永久磁石。

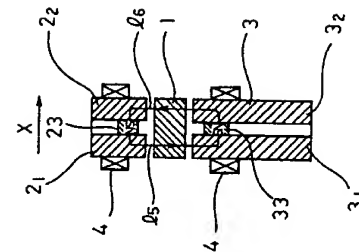
代理人 弁理士 小沢 信



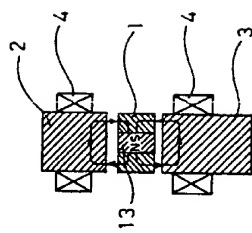
第 3 図



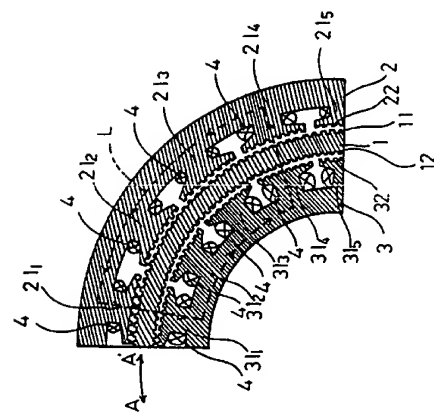
第 4 図



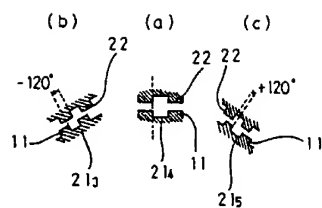
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

